

# TENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-094244  
 (43)Date of publication of application : 10.04.1998

(51)Int.Cl.

H02M 1/12  
 H02M 7/06  
 H02M 7/48  
 H02P 7/63  
 H03K 17/16

(21)Application number : 08-246092  
 (22)Date of filing : 18.09.1996

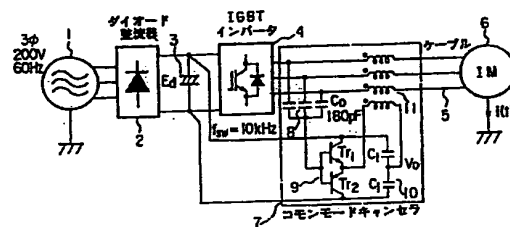
(71)Applicant : OKAYAMA UNIV  
 (72)Inventor : OGASAWARA SATOSHI  
 AKAGI YASUBUMI  
 AYANO HIDEKI

## (54) ACTIVE COMMON-MODE CANCELER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To remove a trouble in a common-mode voltage caused by a step-shaped change by a method wherein a voltage whose magnitude is identical to that of the common-mode voltage generated in the switching operation of a semiconductor element at a power converter and whose polarity is opposite is superposed on the output of the power converter so as to offset the common-mode voltage.

**SOLUTION:** Whenever an inverter 4 is switched, the output zero-phase voltage, i.e., the common-mode voltage, of the inverter 4 is changed stepwise. Thereby, a common-mode current  $i(t)$  flows to a grounding conductor through the stray capacitance between the winding of a motor 6 and a frame. At this time, the common-mode voltage of the inverter 4 is detected by a star-connected capacitor 8, a voltage whose magnitude is identical to that of the common-mode voltage and whose direction is opposite is output to a common-mode transformer 11 which is connected in series, and the common-mode voltage can be offset completely. As a result, the common-mode current  $i(t)$  does not flow. Thereby, the common-mode voltage and the common-mode current are removed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-94244

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H 0 2 M 1/12		H 0 2 M 1/12
7/06		7/06
7/48		7/48
H 0 2 P 7/63	3 0 2	H 0 2 P 7/63
H 0 3 K 17/16		H 0 3 K 17/16
		3 0 2 R
		F

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-246092

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月18日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成8年8月21日～  
23日 社団法人電気学会主催の「平成8年電気学会産業  
応用部門創立10周年記念全国大会」において文書をもっ  
て発表

(71) 出願人 394025980

岡山大学長

岡山県岡山市津島中一丁目1番1号

(72) 発明者 小笠原 悟司

岡山県岡山市西古松238-105 西古松住宅  
1-404

(72) 発明者 赤木 泰文

岡山県岡山市東睦191-14

(72) 発明者 綾野 秀樹

岡山県児島郡瀬崎町大字川張1244-31

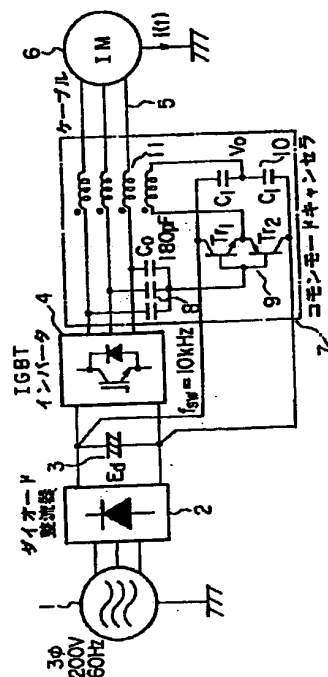
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

(54) 【発明の名称】 アクティブコモンモードキャンセラ

(57) 【要約】

【課題】 電力変換機器の半導体素子のスイッチング時に発生するコモンモード電圧のステップ状変化に起因する障害を完全に除去することにある。

【解決手段】 電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電圧形PWMインバータ4の電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生するコモンモード電圧を検出するスター結線されたコンデンサ8と、このコンデンサ8により検出されたコモンモード電圧により制御され、このコモンモード電圧と同じ大きさで逆極性の電圧を発生する制御電圧源と、この制御電圧源より発生した電圧をインバータ4の出力に重畳させて前記コモンモード電圧を相殺するコモンモードトランス11とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生する共通モード電圧を検出する電圧検出手段と、この電圧検出手段により検出された共通モード電圧により制御され、前記共通モード電圧と同じ大きさで逆極性の電圧を発生する制御電圧源と、この制御電圧源より発生した電圧を前記電力変換機器の出力に重畳させて前記共通モード電圧を相殺する電圧重畳手段とを備えたことを特徴とするアクティブ共通モードキャンセラ。

【請求項2】 電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生する共通モード電圧を相殺すべく共通モード電圧を発生する制御電圧源と、前記電力変換機器より発生する共通モード電圧に前記制御電圧源より発生する共通モード電圧を重畳する電圧重畳手段と、この電圧重畳手段により重畳された前記電力変換機器及び前記制御電圧源の共通モード電圧を検出し、この検出電圧を前記制御電圧源にフィードバックする電圧検出手段とを備え、前記制御電圧源は前記電圧検出手段の検出電圧が零になるように制御することを特徴とするアクティブ共通モードキャンセラ。

【請求項3】 請求項1又は請求項2記載のアクティブ共通モードキャンセラにおいて、電圧検出手段は電力変換機器の電力用半導体素子の出力容量以下の小容量のコンデンサを用いて共通モード電圧を検出することを特徴とするアクティブ共通モードキャンセラ。

【請求項4】 電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生する共通モード電圧を相殺すべく共通モード電圧を発生する制御電圧源と、前記電力変換機器より発生する共通モード電圧に前記制御電圧源より発生する共通モード電圧を重畳する電圧重畳手段と、この電圧重畳手段により前記電力変換機器及び前記制御電圧源の共通モード電圧が重畳された時に流れる共通モード電流を検出し、この検出電流を前記制御電圧源にフィードバックする電流検出手段とを備え、前記制御電圧源は前記電流検出手段の検出電流が零になるように制御することを特徴とするアクティブ共通モードキャンセラ。

【請求項5】 電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生する共通モード電圧を前記電力用半導体素子をオン、オフ制御するための基準値をもとに演算する演算手段と、この演算手段により求められた共通モード電圧により制御され、前記共通モード電圧と同じ大きさで逆極性の電圧を発生する制御電圧源と、この制御電圧源より発生した電圧を前記電力変換機器の出力に重畳させて前記共通モード電圧を相

殺する電圧重畳手段とを備えたことを特徴とするアクティブ共通モードキャンセラ。

【請求項6】 請求項1乃至請求項5の何れか1つに記載のアクティブ共通モードキャンセラにおいて、電圧重畳手段は多巻線を有する共通モードトランスを用いて共通モード電圧を重畳することを特徴とするアクティブ共通モードキャンセラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電力変換機器、例えばインバータに代表される電力用半導体素子のスイッチング動作に基づいて電力変換を行う際に発生する共通モード電圧（零相電圧）を相殺するアクティブ共通モードキャンセラに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年の例えばモータを負荷として運転制御する電圧形PWMインバータなどの電力変換機器においては、適用範囲の拡大と電力用半導体素子の特性向上に伴って電圧形PWMインバータのキャリア周波数の高周波化が進められている。

【0003】 しかし、かかる電圧形PWMインバータの高周波化が進むにつれて、

(1) 負荷の浮遊容量を通して接地線に流れる高周波漏れ電流

(2) 伝導性と放射性の電磁妨害 (EMI)

(3) モータ巻線絶縁の複合化

(4) モータ軸電圧とベアリング電流等の障害

が大きな問題になりつつある。

【0004】 これらの障害は、電圧形PWMインバータのスイッチング時に生ずる電圧あるいは電流の急峻な変化に起因して発生する。

【0005】 特にEMIに関しては、CISPR (国際無線障害特別委員会) やIEC (国際電気標準会議) など国際的に拘束力を持つ規格の審議機関において、将来インバータなどのパワーエレクトロニクス機器に対するEMI規格が審議されることが予想される。

【0006】 従来、これらの障害を抑制するため、電圧形インバータの出力回路に共通モードチョークやEMIフィルタを設けるようにしていた。しかし、これらはリアクトルやコンデンサなどの受動素子のみを組合せた構成で急峻な電流や電圧の変化を抑制しても、障害の発生原因を完全に解決することができなかった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このように電圧形PWMインバータの高周波化に伴って電力用半導体素子のスイッチング時に発生する共通モード電圧のステップ状変化に起因する障害を受動素子のみを組合せて抑制しても、これらの障害の発生原因を完全に解決することはできなかった。

【0008】 本発明は上記のような問題を解消するため

なされたもので、電力変換機器の電力用半導体素子のスイッチング時に発生するコモンモード電圧のステップ状変化に起因する障害を完全に除去することができるアクティブコモンモードキャンセラを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するため、次のような手段によりアクティブコモンモードキャンセラを構成するものである。

【0010】請求項1に対応する発明は、電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生するコモンモード電圧を検出する電圧検出手段と、この電圧検出手段により検出されたコモンモード電圧により制御され、前記コモンモード電圧と同じ大きさで逆極性の電圧を発生する制御電圧源と、この制御電圧源より発生した電圧を前記電力変換機器の出力に重畳させて前記コモンモード電圧を相殺する電圧重畳手段とを備える。

【0011】請求項2に対応する発明は、電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生するコモンモード電圧を相殺すべくコモンモード電圧を発生する制御電圧源と、前記電力変換機器より発生するコモンモード電圧に前記制御電圧源より発生するコモンモード電圧を重畳する電圧重畳手段と、この電圧重畳手段により重畳された前記電力変換機器及び前記制御電圧源のコモンモード電圧を検出し、この検出電圧を前記制御電圧源にフィードバックする電圧検出手段とを備え、前記制御電圧源は前記電圧検出手段の検出電圧が零になるように制御する。

【0012】請求項3に対応する発明は、請求項1又は請求項2に対応する発明のアクティブコモンモードキャンセラにおいて、電圧検出手段は電力変換機器の電力用半導体素子の出力容量以下の小容量のコンデンサを用いてコモンモード電圧を検出する。

【0013】請求項4に対応する発明は、電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生するコモンモード電圧を相殺すべくコモンモード電圧を発生する制御電圧源と、前記電力変換機器より発生するコモンモード電圧に前記制御電圧源より発生するコモンモード電圧を重畳する電圧重畳手段と、この電圧重畳手段により前記電力変換機器及び前記制御電圧源のコモンモード電圧が重畳された時に流れるコモンモード電流を検出し、この検出電流を前記制御電圧源にフィードバックする電流検出手段とを備え、前記制御電圧源は前記電流検出手段の検出電流が零になるように制御する。

【0014】請求項5に対応する発明は、電力用半導体素子をスイッチング動作させて電力変換を行う電力変換

機器の前記電力用半導体素子のスイッチング動作時に発生するコモンモード電圧を前記電力用半導体素子をオン、オフ制御するための基準値をもとに演算する演算手段と、この演算手段により求められたコモンモード電圧により制御され、前記コモンモード電圧と同じ大きさで逆極性の電圧を発生する制御電圧源と、この制御電圧源より発生した電圧を前記電力変換機器の出力に重畳させて前記コモンモード電圧を相殺する電圧重畳手段とを備える。

【0015】請求項6に対応する発明は、請求項1乃至請求項5の何れか1つに対応する発明のアクティブコモンモードキャンセラにおいて、電圧重畳手段は多巻線を有するコモンモードトランスを用いてコモンモード電圧を重畳する。

【0016】従って、上記請求項1乃至請求項6に対応する発明にあつては、電力変換機器の電力用半導体素子のスイッチング時に発生するコモンモード電圧とは同じ大きさで極性が逆極性のコモンモード電圧を発生させ、このコモンモード電圧を電力変換機器の出力に重畳して負荷に加えられるコモンモード電圧を相殺することが可能となるので、電力変換機器の発生する有害なコモンモード電圧を完全に除去することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0018】図1は電圧形PWMインバータにより誘導電動機をベクトル制御するシステムの主回路に本発明によるアクティブコモンモードキャンセラを適用した場合の第1の実施の形態を示す回路構成図である。

【0019】図1において、1は三相交流電源、2はこの三相交流電源1の交流出力を直流に変換する整流器、3はこの整流器2の直流出力を平滑する平滑用コンデンサ、4はこの平滑用コンデンサ3で平滑された直流電圧が入力され、この直流電圧を電力用半導体素子（IGPT）のスイッチング動作により三相の交流電圧に変換する電圧形PWMインバータ（以下単にインバータと称する）である。

【0020】このインバータ4の三相交流出力端は、ケーブル5を介して誘導電動機6に接続され、この誘導電動機6のフレームは接地線を介して接地端子に接続されている。

【0021】このような主回路構成のインバータ4の出力端にコモンモードキャンセラ7を接続する。このコモンモードキャンセラ7は、インバータ4の三相交流出力端にスター結線されてコモンモード電圧を検出するコンデンサ8（C0）と、その中性点より得られるコモンモード電圧を電力増幅するコンプリメンタリのトランジスタを用いたプッシュプル形のエミッタホロワ回路9と、このエミッタホロワ回路9の出力をコンデンサ（C1）10を介して一次側コイルに入力し、その二次側コイルを三

相ケーブル5に設けたコモンモードトランス11とを備え、且つ駆動電源としてはインバータ4の入力側より得るようにしてある。

【0022】ここで、コモンモードキャンセラに用いる制御電圧源には、スイッチング毎にステップ状に変化するインバータのコモンモード電圧を忠実に出力可能な高速応答性と低い出力インピーダンス特性が要求されるが、上記エミッタホロワ回路9はこの条件を満足する制御電圧源を実現している。

【0023】また、電圧形インバータのコモンモード電圧は、インバータの出力端に接続したスター結線の中性点電位をコンデンサ8により検出しているが、このコンデンサ8の容量が大きい場合にはスイッチング時に過大なスパイク状のインパルス電流が電力素子に流れ、素子を破壊してしまう恐れがある。

【0024】しかし、本システムではインバータの電力用半導体素子の出力容量と同程度のコンデンサ(180pF×3)を使用しているため、このインパルス電流による電力用半導体素子に与える影響はほとんど問題とならない。エミッタホロワ回路9は入力インピーダンスが十分高いため、このように小さな容量のコンデンサを用いてもインバータ4のコモンモード電圧を十分な精度で検出することができる。また、エミッタホロワ回路9の出力インピーダンスは十分に低いため、コモンモードトランス11の励磁電流 $i_m$ はエミッタホロワ回路9からのみ供給される。

【0025】さらに、コモンモードキャンセラの駆動電源としてインバータ4の入力側より大きな電源電圧を得ているため、コモンモードトランス11の一次側及び二次側の巻線の巻数比が1:1のものが使用される。

【0026】次にこのように構成されたコモンモードキャンセラの作用を図2により説明する。

【0027】図2はコモンモードキャンセラを用いた場合のコモンモードに対する等価回路を示すものである。図2において、Cはモータの巻線とフレーム間の漂遊容量、 $l$ 、 $r$ は経路全体の配線のインダクタンス及び抵抗分である。

【0028】インバータの一相がスイッチングした場合には、インバータが出力するコモンモード電圧 $v_{inv}$ は $E_d/3$ の大きさにステップ状に変化する。エミッタホロワ回路9はコモンモード電圧 $v_{inv}$ を入力し、それと同じ大きさの電圧 $v_c$ を出力する制御電圧源で表すことができる。また、エミッタホロワ回路9の出力端に接続されたコモンモードトランス11は漏れインダクタンスを無視して励磁インダクタンス $L_m$ のみで表している。

【0029】従って、インバータ4がスイッチングされる毎に、インバータ4の出力零相電圧、すなわちコモンモード電圧がステップ状に変化する。これにより、コモンモード電流 $i(t)$ はモータ6の巻線とフレーム間の漂

遊容量を通して接地線に流れる。

【0030】このときスター結線されたコンデンサ8によりインバータ4のコモンモード電圧を検出し、直列に接続されたコモンモードトランス11に $v_{inv}$ と大きさが等しく逆向きの電圧 $v_c$ を出力すれば、コモンモード電圧を完全に打ち消すことができる。この結果、コモンモード電流 $i(t)$ が流れなくなる。

【0031】このようにコモンモードキャンセラ7は、このコモンモード電圧とコモンモード電流の両方を同時に除去することができる。

【0032】図3はコモンモードキャンセラを用いない場合のコモンモード電流波形を示すものである。

【0033】コモンモード電流は、インバータがスイッチングする毎に配線のインダクタンス及びモータの巻線とフレームとの間の漂遊容量を通して流れるものであり、LCR直列共振回路にステップ電圧を印加した場合の減衰振動波形と相似な波形となる。このことからコモンモードに対する等価回路は、図2における $L_m$ の両端を短絡したLCR直列共振回路として考えることができる。

【0034】図3に示すように、インバータのスイッチング毎にピーク値0.44A、振動周波数290Hzのコモンモードに対する電流が流れていることが分かる。このコモンモード電流はシステムの定格電流に対しても比較的大きな電流であり、漏電ブレーカの誤動作を引起したり、EMIの発生原因となる。

【0035】図4はコモンモードキャンセラを使用した場合のコモンモード電流波形を示すものである。図4より明らかなようにコモンモードキャンセラを用いた場合には、コモンモード電流はほぼ完全に抑制できることが分かる。ここで、インバータのスイッチング時に微小な振動が生じているが、これはトランジスタの応答の遅れが原因と考えられる。この微小な振動はピーク値、実効値ともごく僅かであり、コモンモードキャンセラの使用はコモンモード電流の低減に非常に効果的であることが分かる。

【0036】次に本発明の他の実施の形態を図5乃至図8により説明するに、図1と同一部分には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる点についてのみ述べる。

【0037】図5は本発明の第2の実施の形態を示す回路構成図で、図1ではインバータの出力側に各相ケーブルにコンデンサをスター結線し、その中性点よりコモンモード電圧を取出してエミッタホロワ回路9に入力したが、第2の実施の形態ではコモンモードトランス11の二次側巻線出力側の各相ケーブルにコンデンサ8をスター結線し、その中性点より得られるコモンモード電圧を検出し、その電圧をアンプ12により増幅器してエミッタホロワ回路9に入力するものである。

【0038】従って、このような構成のコモンモードキ

キャンセラとすれば、インバータで発生したコモンモード電圧に制御電圧源のコモンモード電圧を重畳したコモンモード電圧が検出され、その電圧がアンプ12により適宜大きさに増幅されて制御電圧源にフィードバックされるので、負荷に加えられるコモンモード電圧を完全に相殺することができる。

【0039】図6は本発明の第3の実施の形態を示す回路構成図で、図5ではコモンモードトランス11の二次側巻線出力側の各相ケーブルにコンデンサをスター結線し、その中性点より得られるコモンモード電圧を検出したが、第3の実施の形態ではコモンモードトランス11の二次側巻線出力側のケーブルに流れる電流を変流器13により検出し、その電流検出値をアンプ14により増幅してエミッタフロウ回路9に入力するものである。

【0040】従って、このような構成のコモンモードキャンセラとすれば、インバータ4で発生したコモンモード電圧に制御電圧源のコモンモード電圧を重畳し、変流器13により検出されたコモンモード電流をアンプ14により増幅してエミッタフロウ回路9に入力することにより、制御電圧源はコモンモード電流が零になるようにフィードバック制御する。

【0041】図7は本発明の第4の実施の形態を示す回路構成図で、図1ではコモンモードキャンセラの駆動電源をインバータ4の入力側より得るようにしたが、第4の実施の形態では電源電圧の低い別個の直流電源15をコモンモードキャンセラの駆動電源として用いるものである。この場合、スター結線されたコンデンサ8の中性点より得られるコモンモード電圧はエミッタフロウ回路9に例えば抵抗からなる減衰器17を介して入力される。

【0042】従って、図1に示すようにインバータの入力側より電源電圧を得る場合は、高電圧のため、コモンモードトランスの一次側及び2次側巻線の巻数比を1対1としているが、第4の実施の形態のように電源電圧の低い別電源15を使用して、コモンモードトランス11の一次側及び2次側巻線の巻数比を変えることにより、第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。この場合、エミッタフロウ回路9のトランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ としては耐圧の小さなものでよい。

【0043】図8は本発明の第5の実施の形態を示す回路構成図で、図1ではインバータより発生するコモンモード電圧を各相ケーブルにコンデンサをスター結線し、その中性点よりコモンモード電圧を検出したが、第5の実施の形態ではインバータ4の制御回路16に電力用半導体素子をオン、オフ制御するための基準値をもとにインバータ4より発生するコモンモード電圧を演算する演算機能を持たせ、この演算機能により求められたコモンモード電圧をコモンモードキャンセラのエミッタフロウ回路9に入力するようにしたものである。

【0044】従って、このような構成のコモンモードキ

ャンセラとすれば、電圧形インバータの出力側にコンデンサを設けなくてもよいので、スパイク状の電流がスイッチング素子に流れるようなことがない。

【0045】なお、前述した各実施の形態では、本発明によるアクティブコモンモードキャンセラ7を電圧形PWMインバータにより誘導電動機を運転するシステムに適用する場合について述べたが、適用機器としては電力用半導体素子のスイッチング時にコモンモード電圧が発生する他の電力変換機器、例えばDC-DCコンバータに対しても同様に適用することができる。

【0046】この他、本発明は上記し、且つ図面に示す実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲内で種々変形して実施できることはいうまでもない。

【0047】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、電力変換機器の電力用半導体素子のスイッチング時に発生するコモンモード電圧のステップ状変化に起因する障害を完全に除去することができるアクティブコモンモードキャンセラを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるアクティブコモンモードキャンセラを電圧形PWMインバータにより誘導電動機をベクトル制御するシステムの主回路に適用した場合の第1の実施の形態を示す回路構成図。

【図2】同実施の形態のアクティブコモンモードキャンセラを示す等価回路図。

【図3】アクティブコモンモードキャンセラを用いない場合のインバータより誘導電動機に流れるコモンモード電流波形図。

【図4】アクティブコモンモードキャンセラを用いた場合のインバータより誘導電動機に流れるコモンモード電流波形図。

【図5】本発明の第2の実施の形態を示す回路構成図。

【図6】本発明の第3の実施の形態を示す回路構成図。

【図7】本発明の第4の実施の形態を示す回路構成図。

【図8】本発明の第5の実施の形態を示す回路構成図。

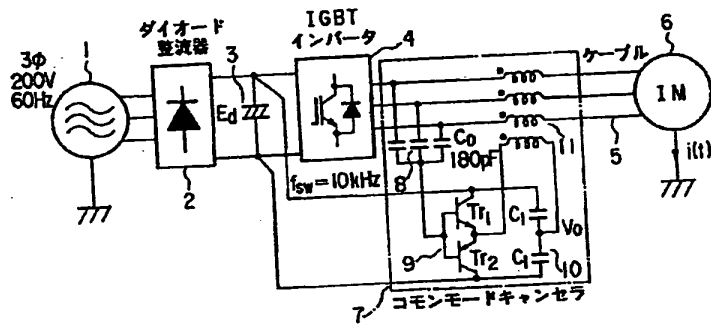
【符号の説明】

- 1.....三相交流電源
- 2.....整流器
- 3.....平滑用コンデンサ
- 4.....電圧形PWMインバータ
- 5.....ケーブル
- 6.....誘導電動機
- 7.....コモンモードキャンセラ
- 8.....コンデンサ
- 9.....エミッタフロウ回路
- 10.....コンデンサ
- 11.....コモンモードトランス
- 12.....アンプ

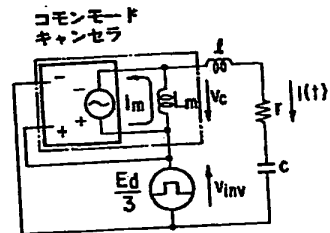
13.....変流器  
14.....アンプ  
15.....直流電源

16.....制御回路  
17.....減衰器

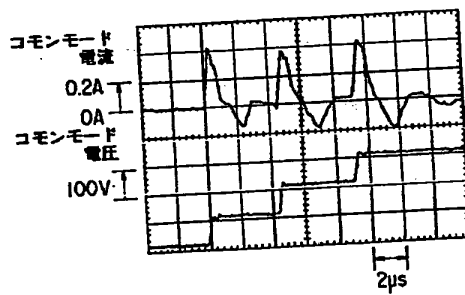
【図1】



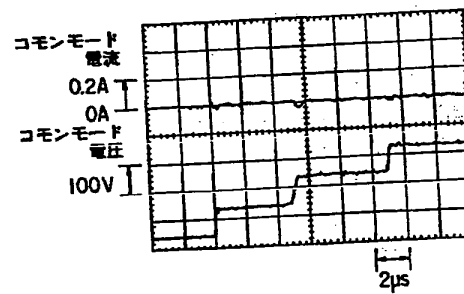
【図2】



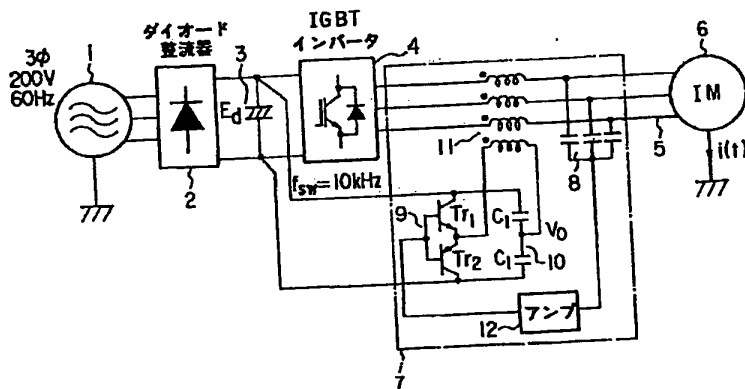
【図3】



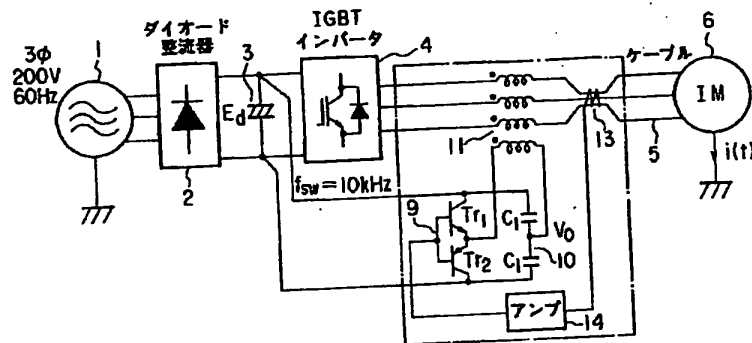
【図4】



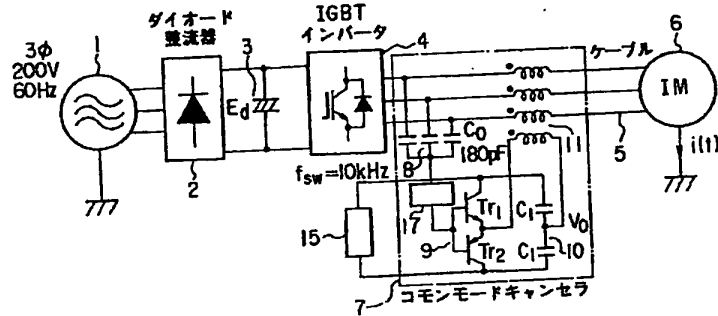
【図5】



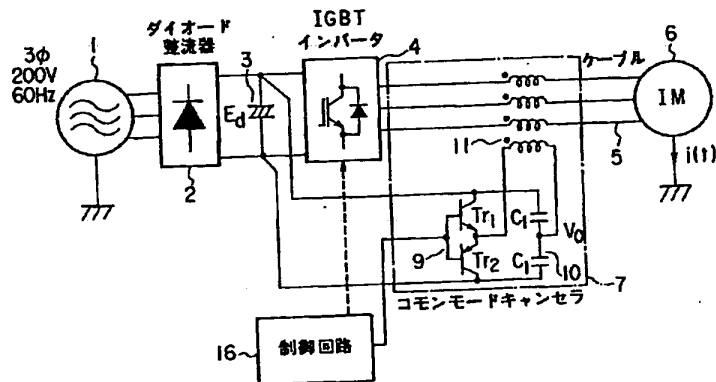
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>  
H03K 17/16

識別記号

F I  
H03K 17/16

B



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-094244  
 (43)Date of publication of application : 10.04.1998

(51)Int.Cl.

H02M 1/12  
 H02M 7/06  
 H02M 7/48  
 H02P 7/63  
 H03K 17/16

(21)Application number : 08-246092  
 (22)Date of filing : 18.09.1996

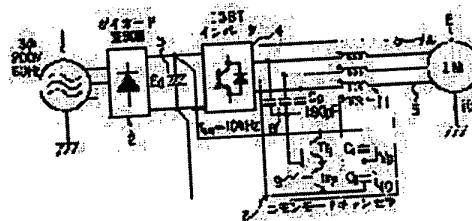
(71)Applicant : OKAYAMA UNIV  
 (72)Inventor : OGASAWARA SATOSHI  
 AKAGI YASUBUMI  
 AYANO HIDEKI

## (54) ACTIVE COMMON-MODE CANCELER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove a trouble in a common-mode voltage caused by a step- shaped change by a method wherein a voltage whose magnitude is identical to that of the common-mode voltage generated in the switching operation of a semiconductor element at a power converter and whose polarity is opposite is superposed on the output of the power converter so as to offset the common- mode voltage.

SOLUTION: Whenever an inverter 4 is switched, the output zero-phase voltage, i.e., the common-mode voltage, of the inverter 4 is changed stepwise. Thereby, a common-mode current  $i(t)$  flows to a grounding conductor through the stray capacitance between the winding of a motor 6 and a frame. At this time, the common-mode voltage of the inverter 4 is detected by a star-connected capacitor 8, a voltage whose magnitude is identical to that of the common-mode voltage and whose direction is opposite is output to a common-mode transformer 11 which is connected in series, and the common-mode voltage can be offset completely. As a result, the common-mode current  $i(t)$  does not flow. Thereby, the common-mode voltage and the common-mode current are removed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.09.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

2863833

[Patent number]

18.12.1998

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of]

Searching PAJ

rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An electrical-potential-difference detection means to detect the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by carrying out switching operation of the power semiconductor device, The control voltage source which is controlled by common mode voltage detected by this electrical-potential-difference detection means, and generates the electrical potential difference of reversed polarity in the same magnitude as said common mode voltage, The active common mode canceller characterized by having an electrical-potential-difference superposition means to make superimpose the electrical potential difference generated from this control voltage source on the output of said power conversion device, and to offset said common mode voltage.

[Claim 2] The control voltage source which generates common mode voltage that the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by carrying out switching operation of the power semiconductor device should be offset, An electrical-potential-difference superposition means to superimpose the common mode voltage generated from said control voltage source on the common mode voltage generated from said power conversion device, The common mode voltage of said power conversion device on which it was superimposed by this electrical-potential-difference superposition means, and said control voltage source is detected. It is the active common mode canceller which is equipped with an electrical-potential-difference detection means to feed back this detection electrical potential difference to said control voltage source, and is characterized by controlling said control voltage source so that the detection electrical potential difference of said electrical-potential-difference detection means becomes zero.

[Claim 3] It is the active common mode canceller characterized by an electrical-potential-difference detection means detecting common mode voltage using the capacitor of the small capacity below the output capacitance of the power semiconductor device of a power conversion device in an active common mode canceller according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The control voltage source which generates common mode voltage that the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by carrying out switching operation of the power semiconductor device should be offset, An electrical-potential-difference superposition means to superimpose the common mode voltage generated from said control voltage source on the common mode voltage generated from said power conversion device, The common mode current which flows when superimposed on the common mode voltage of said power conversion device and said control voltage source by this electrical-potential-difference superposition means is detected. It is the active common mode canceller which is equipped with a current detection means to feed back this detection current to said control voltage source, and is characterized by controlling said control voltage source so that the detection current of said current detection means becomes zero.

[Claim 5] Said power semiconductor device is turned on for the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by carrying out switching operation of the power semiconductor device. An operation means to calculate based on the reference value for carrying out off control, and the control voltage source which is controlled by common mode voltage called for by this operation means, and generates the electrical potential difference of reversed polarity in the same magnitude as said common mode voltage, The active common mode canceller characterized by having an electrical-potential-difference superposition means to make superimpose the electrical potential difference generated from this control voltage source on the output of said power conversion device, and to offset said common mode voltage.

[Claim 6] It is the active common mode canceller characterized by superimposing common mode voltage using the common mode transformer by which an electrical-potential-difference superposition means has many coils in the active common mode canceller of gap [ what ] of claim 1 thru/or claim 5 or one publication.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the active common mode canceller which offsets the common mode voltage (zero phase voltage) generated in case the power is converted based on the switching operation of the power semiconductor device represented by the power conversion device, for example, an inverter.

[0002]

[Description of the Prior Art] In power conversion devices, such as an electrical-potential-difference form PWM inverter which uses a motor in recent years as a load, and carries out an operation control, RF-ization of the carrier frequency of an electrical-potential-difference form PWM inverter is advanced with the improvement in a property of expansion of applicability and a power semiconductor device.

[0003] However, an electromagnetic interference the RF leakage current (2) conductive which flows to a grounding conductor through the stray capacity of (1) load as RF-ization of this electrical-potential-difference form PWM inverter progresses, and radioactive (EMI)

(3) Failures, such as a compound-ized (4) motor shaft electrical potential difference of a motor-winding insulation and a bearing current, are becoming a big problem.

[0004] These failures originate in a steep change of the electrical potential difference produced at the time of switching of an electrical-potential-difference form PWM inverter, or a current, and are generated.

[0005] Especially about EMI, it is expected in the deliberation engine of specification which has restraint internationally, such as CISPR (Comite International Special des Perturbations Radioelectrique) and IEC (Electrotechnical International Commission), that EMI specification over power electronics devices, such as an inverter, will be deliberated in the future.

[0006] In order to control these failures conventionally, he was trying to prepare a common mode choke and an EMI filter in the output circuit of an electrical-potential-difference form inverter. However, even if these controlled change of a steep current or an electrical potential difference with the configuration which combined only passive elements, such as a reactor and a capacitor, they were not able to solve the cause of generating of a failure completely.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, even if it controlled the failure resulting from step status change-ization of the common mode voltage generated with high-frequency-izing of an electrical-potential-difference form PWM inverter at the time of SUTCHINGU of a power semiconductor device only combining the passive element, the cause of generating of these failures was completely unsolvable.

[0008] It was made in order that this invention might solve the above problems, and it aims at offering the active common mode canceller which can remove completely the failure resulting from step status change-ization of the common mode voltage generated at the time of SUTCHINGU of the power semiconductor device of a power conversion device.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention constitutes an active common mode canceller with the following means in order to attain the above-mentioned purpose.

[0010] An electrical-potential-difference detection means to detect the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by invention corresponding to claim 1 carrying out switching operation of the power semiconductor device, The control voltage source which is controlled by common mode voltage detected by this electrical-potential-difference detection means, and generates the electrical potential difference of reversed polarity in the same magnitude as said common mode voltage, It has an electrical-potential-difference superposition means to make superimpose the electrical potential difference generated from this control voltage source on the output of said power conversion device, and to offset said common mode voltage.

[0011] The control voltage source which generates common mode voltage that the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by invention corresponding to claim 2 carrying out switching operation of the power semiconductor device should be offset, An electrical-potential-difference superposition means to superimpose the common mode voltage generated from said control voltage source on the common mode voltage generated from said power conversion device, The common mode voltage of said power conversion device on which it was superimposed by this electrical-potential-difference superposition means, and said control voltage source is detected, and it has an electrical-potential-difference detection means to feed back this detection electrical potential difference to said control voltage source, and said control voltage source is controlled so that the detection electrical potential difference of said electrical-potential-difference detection means becomes zero.

[0012] In the active common mode canceller of invention corresponding to claim 1 or claim 2 in invention corresponding to claim 3, an electrical-potential-difference detection means detects common mode voltage using the capacitor of the small capacity below the output capacitance of the power semiconductor device of a power conversion device.

[0013] The control voltage source which generates common mode voltage that the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device should be offset, An electrical-potential-difference superposition means to superimpose the common mode voltage generated from said control voltage source on the common mode voltage generated from said power conversion device, The common mode current which flows when superimposed on the common mode voltage of said power conversion device and said control voltage source by this electrical-potential-difference

superposition means is detected. If the current detection means to feed back this detection current to said control voltage source, and said control voltage source is controlled so that the detection current of said current detection means becomes zero.

[0014] Invention corresponding to claim 5 turns on said power semiconductor device for the common mode voltage generated at the time of the switching operation of said power semiconductor device of the power conversion device which converts the power by carrying out switching operation of the power semiconductor device. An operation means to calculate based on the reference value for carrying out off control, and the control voltage source which is controlled by common mode voltage called for by this operation means, and generates the electrical potential difference of reversed polarity in the same magnitude as said common mode voltage. It has an electrical-potential-difference superposition means to make superimpose the electrical potential difference generated from this control voltage source on the output of said power conversion device, and to offset said common mode voltage.

[0015] In the active common mode canceller of invention corresponding to gap [ what ] of claim 1 thru/or claim 5 or one in invention corresponding to claim 6, an electrical-potential-difference superposition means superimposes common mode voltage using the common mode transformer which has many coils.

[0016] Therefore, if it is in invention corresponding to above-mentioned claim 1 thru/or claim 6, since it becomes possible to offset the common mode voltage which a polarity makes generate the common mode voltage of reversed polarity in the same magnitude as the common mode voltage generated at the time of switching of the power semiconductor device of a power conversion device, superimposes this common mode voltage on the output of a power conversion device, and is applied to a load, the harmful common mode voltage which a power conversion device generates is completely removable.

[0017] [Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing below.

[0018] Drawing 1 is the circuitry Fig. showing the gestalt of the 1st operation at the time of applying the active common mode canceller by this invention to the main circuit of the system which carries out vector control of the induction motor with an electrical-potential-difference form PWM inverter.

[0019] In drawing 1, it is the electrical-potential-difference form PWM inverter (an inverter is only called below) from which the rectifier which 1 changes the ac output of this three-phase-alternating-current power source 1 into a three-phase-alternating-current power source, and changes 2 into a direct current, the capacitor for smooth by which 3 carries out smooth [ of the dc output of this rectifier 2 ], and the direct current voltage to which smooth [ of 4 ] was carried out by this capacitor 3 for smooth are inputted, and change this direct current voltage into the alternating voltage of a three phase by SWITCHINGU actuation of a power semiconductor device (IGPT).

[0020] The three-phase-alternating-current outgoing end of this inverter 4 is connected to an induction motor 6 through a cable 5, and the frame of this induction motor 6 is connected to the earth terminal through the grounding conductor.

[0021] The common mode canceller 7 is connected to the outgoing end of the inverter 4 of such a main circuit configuration. The capacitor 8 (C0) which the star of this common mode canceller 7 is carried out to the three-phase-alternating-current outgoing end of an inverter 4, and detects common mode voltage. The emitter follower circuit 9 of the push pull form using the transistor of KOMPURIMENTARI which carries out power amplification of the common mode voltage obtained from the neutral point. It is a capacitor about the output of this emitter follower circuit 9. (C1) It inputs into an upstream coil through 10, and has the common mode transformer 11 which prepared that secondary coil in the three phase cable 5, and is made to have obtained from the input side of an inverter 4 as a drive power source.

[0022] Here, although the common mode voltage of the inverter which changes in the shape of a step for every switching is faithfully required of the high-speed responsibility in which an output is possible, and a low output-impedance property by the control voltage source used for a common mode canceller, the above-mentioned emitter follower circuit 9 has realized the control voltage source with which are satisfied of this condition.

[0023] Moreover, although the common mode voltage of an electrical-potential-difference form inverter has detected the neutral point potential of the star linked to the outgoing end of an inverter by the capacitor 8, when the capacity of this capacitor 8 is large, at the time of switching, the impulse current of the excessive letter of a spike flows for a power component, and there is a possibility of destroying a component.

[0024] However, in this system, since the capacitor (180pFx3) comparable as the output capacitance of the power semiconductor device of an inverter is used, the effect which it has on the power semiconductor device by this impulse current hardly poses a problem. Since the emitter follower circuit 9 has the sufficiently high input impedance, even if it uses the capacitor of a capacity small in this way, the common mode voltage of an inverter 4 is detectable in sufficient precision. Moreover, since it is low enough, the output impedance of the emitter follower circuit 9 is the exciting current im of the common mode transformer 11. It is supplied only from the emitter follower circuit 9.

[0025] Furthermore, since the bigger supply voltage as a drive power source of a common mode canceller than the input side of an inverter 4 has been obtained, the thing of 1:1 is used for the turn ratio of the upstream of the common mode transformer 11, and a secondary coil.

[0026] Next, drawing 2 explains an operation of the common mode canceller constituted in this way.

[0027] Drawing 2 shows the equal circuit to the common mode at the time of using a common mode canceller. In drawing 2, stray capacity the coil of a motor and inter-frame in C, and l and r are the inductance of wiring of the whole path, and a resisted part.

[0028] Common-mode-voltage  $v_{inv}$  which an inverter outputs when one phase of an inverter switches It changes in the shape of a step in the magnitude of  $E_d/3$ . The emitter follower circuit 9 is common-mode-voltage  $v_{inv}$ . It inputs and is the electrical potential difference  $v_c$  of the same magnitude as it. It can express with the control voltage source to output. Moreover, the common mode transformer 11 connected to the outgoing end of the emitter follower circuit 9 disregards leakage inductance, and is the excitation inductance  $L_m$ . It expresses.

[0029] Therefore, whenever an inverter 4 is switched, the output zero phase voltage of an inverter 4, i.e., common mode voltage, changes in the shape of a step. Thereby, it is common mode current  $i(t)$ . It flows to a grounding conductor through the coil of a motor 6, and inter-frame stray capacity.

[0030] It is  $v_{inv}$  to the common mode transformer 11 which detected the common mode voltage of an inverter 4 by the capacitor 8 by which the star was carried out at this time, and was connected to the serial. Magnitude is the electrical potential difference  $v_c$  of the reverse sense equally. If it outputs, common mode voltage can be negated completely. Consequently, common mode current  $i(t)$  It will not flow.

[0031] Thus, the common mode canceller 7 can remove both this common mode voltage and a common mode current to coincidence.

[0032] drawing 3 shows the common mode current wave form when not using a common mode canceller -- it is.

[0033] Whenever an inverter switches a common mode current, it flows through the inductance of wiring, and the stray capacity between the coil of a motor, and a frame, and it serves as a damping-oscillation wave at the time of impressing step voltage to an LCR

series resonant circuit, and a wave [redacted]. The equal circuit to the common mode from this [redacted] in drawing 2. It can think as an LCR series resonant circuit which short-circuited both ends.

[0034] As shown in drawing 3, it turns out that peak value 0.44A and the current over the common mode with an oscillation frequency of 290Hz are flowing for every switching of an inverter. Also to the rated current of a system, this common mode current is a comparatively big current, and malfunction of a short circuit breaker is caused or it causes [ of EMI ] generating.

[0035] Drawing 4 shows the common mode current wave form at the time of using a common mode canceller. When a common mode canceller is used so that more clearly than drawing 4, it turns out that a common mode current can be controlled nearly completely. Here, although a minute vibration has arisen at the time of switching of an inverter, as for this, the delay of a response of a transistor is considered to be the cause. Peak value and the actual value of this minute vibration are very slight, and it turns out that use of a

common mode canceller is very effective for reduction of a common mode current.

[0036] Next, the same sign is given to the same part as drawing 1, the explanation is omitted for drawing 5 thru/or drawing 8 R> 8 to explain the gestalt of other operations of this invention, and only a point different here is described.

[0037] Although drawing 5 was the circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 2nd of this invention, and the star of the capacitor was carried out to each phase cable at the output side of an inverter, and common mode voltage was taken out from the neutral point and inputted into the emitter floor circuit 9 in drawing 1. With the gestalt of the 2nd operation, the star of the capacitor 8 is carried out to each phase cable of the secondary coil output side of the common mode transformer 11, the common mode voltage obtained from the neutral point is detected, the amplifier of the electrical potential difference is carried out with amplifier 12, and it inputs into the emitter floor circuit 9.

[0038] Therefore, since the common mode voltage which superimposed the common mode voltage of a control voltage source on the common mode voltage generated with the common mode canceller, then inverter of such a configuration is detected, the electrical potential difference is suitably amplified by magnitude with amplifier 12 and it is fed back to a control voltage source, the common mode voltage applied to a load can be offset completely.

[0039] Although drawing 6 is the circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 3rd of this invention and detected the common mode voltage which carries out the star of the capacitor to each phase cable of the secondary coil output side of the common mode transformer 11, and is obtained from the neutral point in drawing 5, with the gestalt of the 3rd operation, it detects the current which flows on the cable of the secondary coil output side of the common mode transformer 11 with a current transformer 13, amplifies the current detection value with amplifier 14, and inputs it into the emitter floor circuit 9.

[0040] Therefore, by superimposing the common mode voltage of a control voltage source on the common mode voltage generated with the common mode canceller, then inverter 4 of such a configuration, amplifying the common mode current detected by the current transformer 13 with amplifier 14, and inputting into the emitter floor circuit 9, a control voltage source carries out FIDO back control so that a common mode current may become zero.

[0041] Although drawing 7 is the circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 4th of this invention and acquired the drive power source of a common mode canceller from the input side of an inverter 4 in drawing 1, it uses separate DC power supply 15 with low supply voltage as a drive power source of a common mode canceller with the gestalt of the 4th operation. In this case, the common mode voltage obtained from the neutral point of the capacitor 8 by which the star was carried out is inputted into the emitter follower circuit 9 through the attenuator 17 cut from resistance.

[0042] Therefore, although the upstream of a common mode transformer and the turn ratio of a secondary coil are set to 1 to 1 for the high voltage when obtaining supply voltage from the input side of an inverter, as shown in drawing 1, the same operation effectiveness as the gestalt of the 1st operation can be acquired by using another power source 15 with low supply voltage like the gestalt of the 4th operation, and changing the upstream of the common mode transformer 11, and the turn ratio of a secondary coil. In this case, pressure-proofing is easy to be small as transistors Tr1 and Tr2 of the emitter floor circuit 9.

[0043] Although drawing 8 was the circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 5th of this invention, the star of the capacitor was carried out for the common mode voltage generated from an inverter to each phase cable and common mode voltage was detected from the neutral point in drawing 1. With the gestalt of the 5th operation, a power semiconductor device is turned on in the control circuit 16 of an inverter 4. The calculation function which calculates the common mode voltage generated from an inverter 4 based on the reference value for carrying out off control is given, and the common mode voltage called for by this calculation function is inputted into the emitter floor circuit 9 of a common mode canceller.

[0044] The current of the letter of a spike seems therefore, not to flow to a switching element, since it is not necessary to form a capacitor in the common mode canceller of such a configuration, then the output side of an electrical-potential-difference form inverter.

[0045] In addition, to other power conversion devices which common mode voltage generates, for example, a DC-DC converter, although the gestalt of each operation mentioned above described the case where the active common mode canceller 7 by this invention was applied to the system which operates an induction motor with an electrical-potential-difference form PWM inverter, as an application device, it is applicable at the time of switching of a power semiconductor device similarly.

[0046] In addition, it cannot be overemphasized that it deforms variously and can carry out within limits which are not limited to the gestalt of operation which describes this invention above and is shown in a drawing, and do not change the summary.

[0047] [Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, the active common mode canceller which can remove completely the failure resulting from step status change-ization of the common mode voltage generated at the time of SUTCHINGU of the power semiconductor device of a power conversion device can be offered.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIFI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The circuitry Fig. showing the gestalt of the 1st operation at the time of applying the active common mode canceller by this invention to the main circuit of the system which carries out vector control of the induction motor with an electrical-potential-difference form PWM inverter.

[Drawing 2] The representative circuit schematic showing the active common mode canceller of the gestalt of this operation.

[Drawing 3] The common mode current wave form Fig. which flows from the inverter when not using an active common mode canceller to an induction motor.

[Drawing 4] The common mode current wave form Fig. which flows to an induction motor from the inverter at the time of using an active common mode canceller.

[Drawing 5] The circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 6] The circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 7] The circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Drawing 8] The circuitry Fig. showing the gestalt of operation of the 5th of this invention.

## [Description of Notations]

- 1 .... Three-phase-alternating-current power source
- 2 .... Rectifier
- 3 .... Capacitor for smooth
- 4 .... Electrical-potential-difference form PWM inverter
- 5 .... Cable
- 6 .... Induction motor
- 7 .... Common mode canceller
- 8 .... Capacitor
- 9 .... Emitter floor circuit
- 10 .... Capacitor
- 11 .... Common mode transformer
- 12 .... Amplifier
- 13 .... Current transformer
- 14 .... Amplifier
- 15 .... DC power supply
- 16 .... Control circuit
- 17 .... Attenuator

---

[Translation done.]

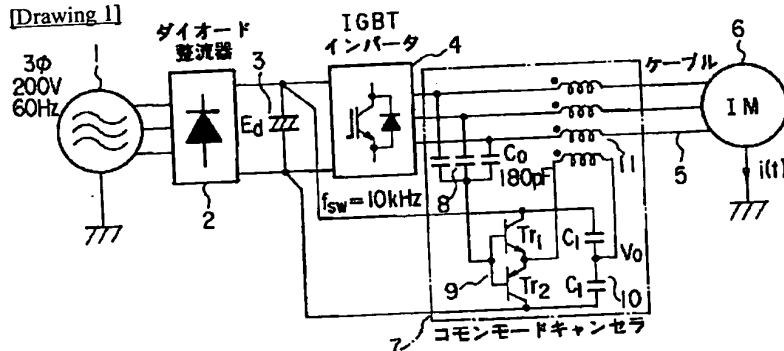
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

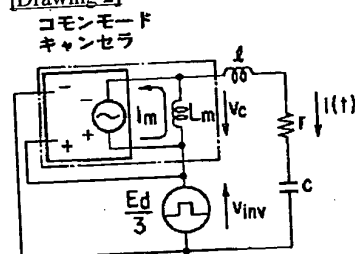
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

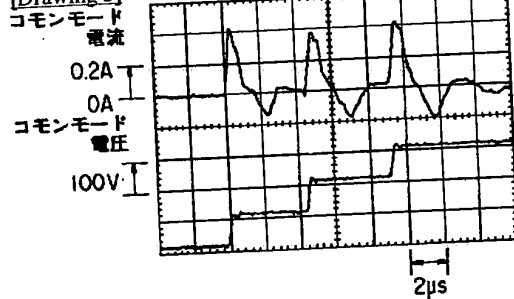
[Drawing 1]



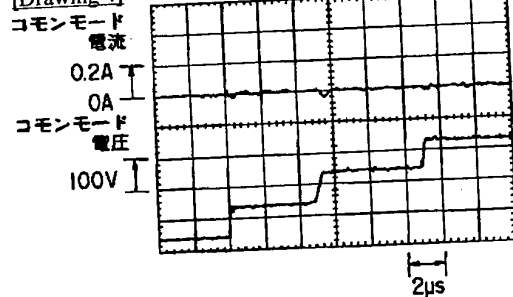
[Drawing 2]



[Drawing 3]

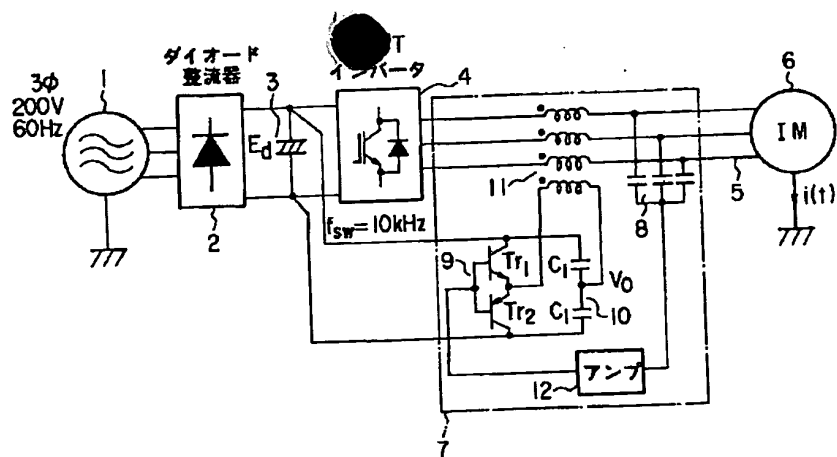


[Drawing 4]

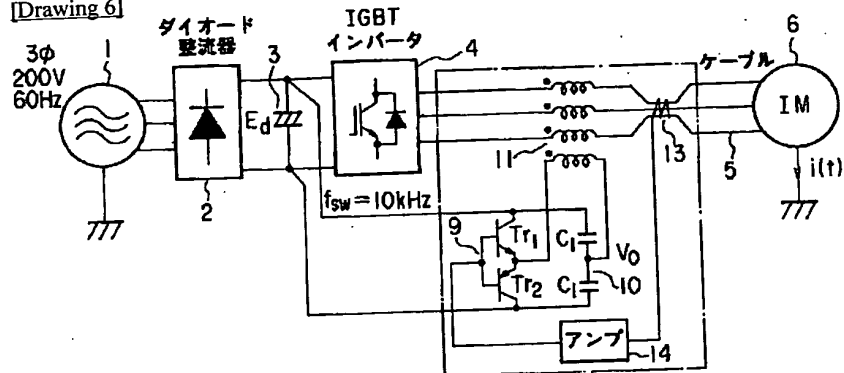


[Drawing 5]

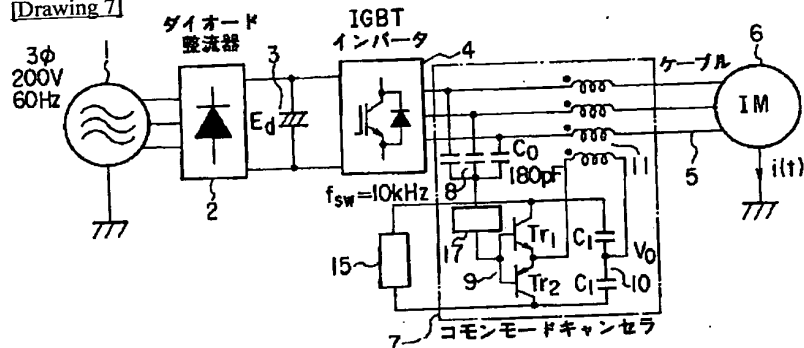




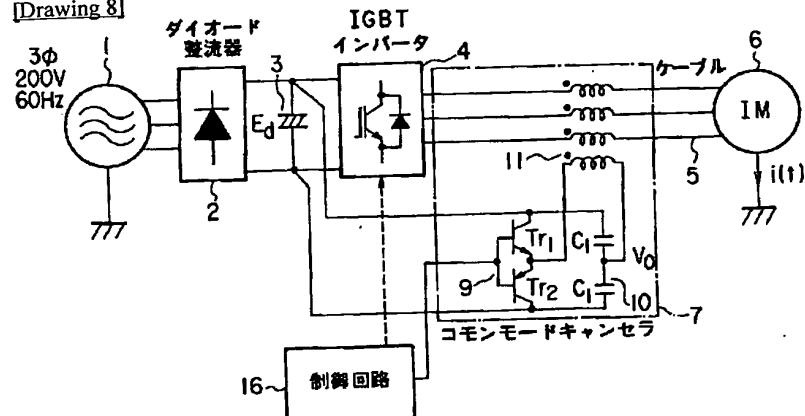
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



---

[Translation done.]